

Helsinki 8.11.2000

/FI 00 / 00850

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 24 NOV 2000

WIPO

10/089447



Hakija
Applicant

Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

19992103

Tekemispäivä
Filing date

30.09.1999

Kansainvälinen luokka
International class

B27K

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä puun vedenhylkivyyden parantamiseksi, menetelmällä valmistettu tuote ja sen käyttö"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

1
2

MENETELMÄ PUUN VEDENHYLKIVYYDEN PARANTAMISEKSI, MENETELMÄLLÄ VALMISTETTU TUOTE JA SEN KÄYTTÖ.

5

Tämän keksinnön kohteena on menetelmä puun vedenhylkivyyden parantamiseksi, menetelmällä valmistettu tuote ja sen käyttö edullisesti puunsuojaukseen ja puun mittapysyvyyden parantamiseksi.

- 10 Lahottajasienet ja eräät muut mikro-organismit käyttävät puun rakennekomponentteja aineenvaihdunnassaan. Ruskolahottajasienet poistavat puusta selluloosaa ja hemiselluloosaa ja valkolahottajasienet hyödyntävät lisäksi myös puun ligniini-komponentteja. Ruskolaholle on tyypillistä puun lujuusominaisuuksien nopea heikkeneminen jo lahoamisen alkuvaiheessa ennen silminhavaittavia muutoksia. Mm.
- 15 tästä syystä ruskolahottajasienet ovat viileiden ilmastoalueiden pahimpia puutavaran ja puurakenteiden tuhoajia aiheuttaen vuosittain miljardien markkojen suuruisia tappioita.

- Puuta suojataan kemiallisesti puutavaurioittavia mikrobeja vastaan. Perinteiset suoja-
- 20 aineet voidaan jakaa karkeasti kolmeen pääluokkaan: 1) vesipohjaiset kyllästeet, 2) öljypohjaiset kyllästeet ja 3) kreosoottijelly.

- Nykyisiin puunsuoja-aineisiin liittyy huomattavia epäkohtia. Ne sisältävät teholtaan laajavaikutteisia aineita, mistä syystä niiden käyttöönotto edellyttää viranomaisten hyväksynnän. Kyllästeiden tehovaikutus perustuu niin kutsuttuun yleismyrkyllisyyteen,
- 25 mikä kohdistuu kaikille elollisille organismeille yhteisiin elintärkeisiin aineenvaihdunnallisiin tapahtumiin, joita ovat esim. soluhengitys ja korkeaan energian yhdisteen, ATP:n tuotto. Koska kyseessä ovat biologiselta teholtaan laajavaikutteiset yhdisteet, liittyy nykyisten puunsuoja-aineiden käyttöön huomattavia terveydellisiä (esim. karsinogeenit) ja ympäristöllisiä (maaperän ja vesistöjen saastuminen) riskejä.
- 30 Lisäksi nyt voimassa oleva EU:n biosididirektiivi rajoittaa biosidisten yhdisteiden käyttöä ja kehitystyötä.

- Veden tunkeutuessa puun soluseinärakenteeseen vesimolekyylit sitoutuvat puun
- 35 hydroksyyliyhdisteiden kanssa ja puu turpoaa. Keksinnön mukaisella menetelmällä veden tunkeutumista puun rakenteeseen voidaan rajoittaa käsittelemällä puuta vettä hylkivillä yhdisteillä. Mikäli nämä yhdisteet tunkeutuvat myös puun soluseinärakenteeseen ja estävät hydroksyyliyhdisteiden ja veden vuorovaikutuksen, puun mittapysyvyys paranee. Puun kosteuspitoisuuden alentuessa myös ulkoisten tekijöiden, kuten sienten, toimintatehtävät ja vaikutus puun rakenteeseen heikkenevät. Esillä oleva keksintö
- 40 tähtää lignoselluloosapohjaisen materiaalin kosteuden hallintaan siten, että ympäröivän kosteuden siirtyminen puusoluseinään estetään. Puumateriaalin kosteuspitoisuudella on ratkaiseva merkitys mikro-organismien kasvulle ja leviämiselle. Lahottajasienet vaativat suhteellisen korkeat kasvualustan kosteuspitoisuudet, vähintään 30 % vettä puun kuivapainosta. Tämä kosteuspitoisuus aiheuttaa puusoluseinien kyllästymisen vedellä ja
- 45 vapaan vesikalvon muodostumisen soluonteloon. Veden siirtymisen estyminen soluseinään johtaa siihen, että lahottajasienten kosteusvaatimukset eivät täyty ja sienten kasvu ja leviäminen eivät ole mahdollista. Kyseessä olevan keksinnön avulla parannetaan puumateriaalin kestävyttä mikro-organismien aiheuttamia tuhoja vastaan ilman

sienimyrkkyjen käyttöä tai voidaan merkitsevästi alentaa lahon estämiseen tarvittavaa sienimyrkky määrää puussa.

- 5 Keksinnön yhteydessä puumateriaalia (sisältää puun, erilaiset puutuotteet ja puukomposiittituotteet) käsiteltiin vedenhylkivyyttä parantavilla yhdisteillä. Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden toiminta perustuu niiden molekyyliarakenteeseen, jossa molekyylin toisessa päässä on hydrofiilinen ja toisessa hydrofobinen pää. Yhdisteen hydrofiilinen pää suosii vesifaasia (esim. puusoluseinän hydrofiiliset OH-ryhmät) ja hydrofobinen pää suosii öljyfaasia eli hylkii vettä.
- 10 Tyypillisiä edellä kuvattuja yhdisteitä ovat esim. erilaiset siloksaanit ja näiden johdannaiset, hydrofobisen hiiliketjun sisältävät happoanhydridijohdannaiset ja erilaiset fluoroalkyylipolymeerijohdannaiset.

- 15 Keksinnön mukainen menetelmä soveltuu kaikille lignoselluloosapohjaisille tuotteille (esim. sahatavara, vaneri, lastulevy ja erilaiset puukomposiitit). Lisäksi keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää erilaisissa käsittely-yhdistelmissä, joissa pyritään parantamaan käsittelyn biologista tehokkuutta (esim. EDTA + vedenhylkivyyksikäsittely) ja/tai vähentämään varsinaisten sienimyrkkyjen määrää (esim. konventionaalinen kylläste + vedenhylkivyyksikäsittely). Lignoselluloosapohjaista materiaalia voidaan käsitellä erilaisin painekyllästysmenetelmien, sively- ja ruiskutusmenetelmien ja upotusmenetelmän avulla.
- 20

- 25 Keksinnön mukaiset ominaisuusvaatimukset täyttäessään, vedenhylkivyyttä parantava yhdiste on soluseinään tunkeutuva ja siellä huuhtoutumattomaksi tai vaikeasti huuhtoutuvaksi muuttuva (joko kovalenttisia sidoksia muodostava tai polymeroitava yhdiste). Yhdiste on lisäksi mielellään veteen emulgoitavissa oleva.

- 30 Vedenhylkivyyttä parantavan aineen imeyttäminen puutavaraan voidaan suorittaa millä tahansa sinänsä tunnetulla tavalla esim. paine-, tyhjiö-, tyhjiö+paine-kyllästyksellä, upotuskäsittelyllä, sively- tai ruiskutuskäsittelyllä. Esim. erään vaihtoehdon mukaan vedenhylkivyyttä parantava yhdiste imeytetään puutavaraan noin 10-95 %:ssa, edullisesti noin 70 - 90 %:ssa tyhjiössä (käsittelyn kesto noin 10 min - 5 h, edullisesti noin 30 min - 2 h). Tämän jälkeen poistetaan ylimääräinen käsittelyliuos, mikä voidaan suorittaa ensin normaalipaineessa ja sitten alennetussa paineessa, minkä jälkeen paine nostetaan noin 2 - 20 atm ylipaineeseen, edullisesti arvoon noin 5 - 15 atm.
- 35 Vedenhylkivyyttä parantava aine voidaan imeyttää puutavaraan upotuskäsittelyllä. Viimeksi mainittu vaihtoehto voidaan toteuttaa yksinkertaisesti esim. upottamalla käsiteltävä puumateriaali (esim. sahatavara) vedenhylkivyyttä parantavaa yhdistettä sisältävään ammeeseen. Upotuskäsittelyssä käytetään mahdollisimman kylläsitä
- 40 kompleksinmuodostajaliuosta, jolloin imeytysvaiheen käsittelyaika on noin 1 min - 5 h. Tuoreen sahatavaran upotuskäsittelyn vaatima aika on tyypillisesti noin 30 min - 2 h.

- 45 Seuraavat esimerkit (1-6) osoittavat, että tutkitut malliyhdisteet tunkeutuvat soluseinään ja muodostavat siellä pysyviä ja huuhtoutumattomia tai vaikeasti huuhtoutuvia yhdistelmiä soluseinän reaktiivisten yhdisteiden kanssa. Vedenhylkivyyttä parantavilla yhdisteillä käsitellyn puumateriaalin pintarakenteisiin muodostuu vedenhylkivä kalvo, joka hidastaa vesimolekyylien tunkeutumisesta puumateriaalin makrorakenteeseen. Tunkeutuessaan soluseinään vedenhylkivyyttä parantavat yhdisteet aikaansaavat

- 5 soluseinärakenteiden turpoamisen ja liittyvät siellä oleviin hydrofiilisiin ryhmiin, jolloin ympäristössä olevat vesimolekyylit eivät joko mahdu soluseinärakenteisiin tai niille ei löydy vapaata sitoutumispintaa. Vedenhylkivyyttä parantavilla yhdisteillä käsitellyn puumateriaalin soluseinärakenteiden kosteustasapaino laskee tasolle, joka on riittämätön sienten kasvulle ja leviämislle. Näin ollen käsittelyt estävät myös lahottajasienten aiheuttaman puun lujuuden heikkenemisen.

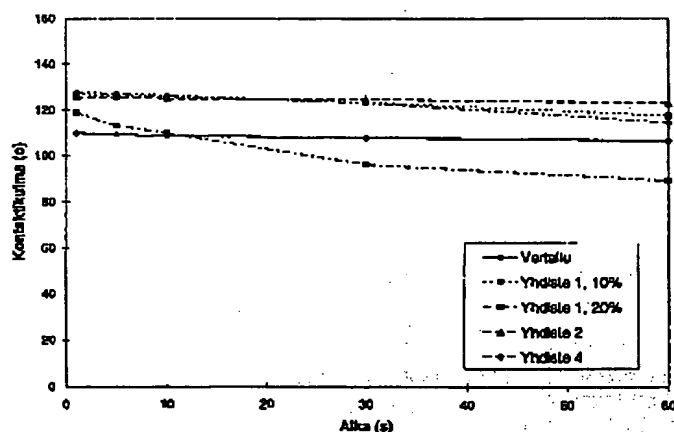
Keksintöä tarkastellaan seuraavien esimerkkien (1 - 6) avulla.

10 Esimerkki 1.

Vedenhylkivyyksikäsittelyjen tehokkuus puupinnan kostumisen estämisessä

- 15 Pintojen vedenhylkivyyden mittarina käytetään kyseiselle pinnalle pudotetun vesipisaran muotoa ts. pisaran ja alustan välistä kulmaa (kontaktikulmaa): mitä suurempi kulma, sitä vettä hylkivämpi alusta on. Tehtäessä puu vettä hylkiväksi saadaan veden tunkeutumista puun solurakenteeseen oleellisesti hidastettua.

- 20 Kontaktikulmamittaukset tehtiin puupinnoilla, jotka oli käsitelty siloksaanijohdannaisilla (2 kpl), hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävällä happoanhydridijohdannaisella tai fluoroalkyyliipolymeerillä. Yhdisteiden kantaliuoksista valmistettiin 20-prosenttiset käsittelyliuokset (siloksaanijohdannaisesta 1 myös 10-prosenttinen liuos). Männyn pintapuunäytteet (20 x 20 x 5 mm) tyhjäkyllästettiin käsittelyliuoksilla, minkä jälkeen näytteet kuivattiin uunissa (103 °C, 24 h). Käsittelyjen vaikutusta puupinnan vedenhylkivyyssominaisuuksiin tutkittiin määrittämällä tislattua veden kontaktikulmat näytekalvojen säteensuuntaisella leikkauspinnalla. Ennen mittauksia näytteet oli tasaannutettu 65 %:n suhteellisessa kosteudessa.



30

Kuva 1. Veden kontaktikulma ajan funktiona erilaisilla käsitellyillä puupinnoilla. Vedellä kyllästetyt puukappaleet toimivat vertailunäytteinä.

Yhdiste 1 = siloksaanijohdannainen (10 % ja 20 %)

- 35 Yhdiste 2 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 4 = fluoroalkyyliipolymeerijohdannainen.

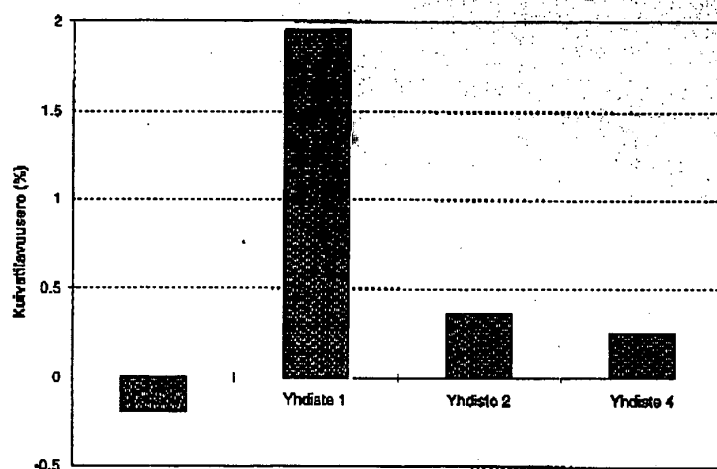
- 5 Kahdella testatulla yhdisteellä oli positiivinen vaikutus puupinnan vedenhylkivyyteen. Siloksaanijohdannainen 1 antoi 10-prosenttisenä liuoksena puulle vedenhylkivyyttä. Yllättävää kuitenkin oli, että 20-prosenttisella liuoksella käsiteltyyn puuhun vesi näytti imeytyvän paremmin kuin vertailunäytteisiin.

Esimerkki 2.

Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden tunkeutuminen puun soluseinään

- 10 Yhdisteiden tunkeutumisesta puun soluseinään on merkinä puun turpoaminen eli suurempi puun kuivatilavuus kyllästykseen jälkeen kuin ennen kyllästystä. Puun kuivatilavuuden muuttumisen määrittämiseksi, männyn pintapuukappaleiden (21 x 21 x 5 mm) tarkat dimensiot mitattiin uunikuivina ennen kyllästystä ja edelleen uunikuivina kyllästysten jälkeen.

15



- 20 Kuva 2. Erot puunäytteiden kuivatilavuuksissa ennen ja jälkeen kyllästykseen. Vedellä kyllästetyn puun (vertailu) kuivatilavuus on pienempi kyllästykseen jälkeen kuin ennen kyllästystä eli soluseinästä uuttuu pois aineita.

Yhdiste 1 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 2 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 4 = fluoroalkyyliolymccrijohdannainen.

25

Tutkitut yhdisteet tunkeutuvat kaikki puun soluseinään, mutta vaihtelevassa määrin yhdisteestä riippuen.

Esimerkki 3.

- 30 *Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden vaikutus puun mittapysyvyyteen.*

Soluseinän hydrofiilisten ryhmien vuorovaikutus muiden kuin vesimolekyylien kanssa johtaa vesimolekyylien sitoutumispaikkojen vähenemiseen. Puun mittapysyvyyden

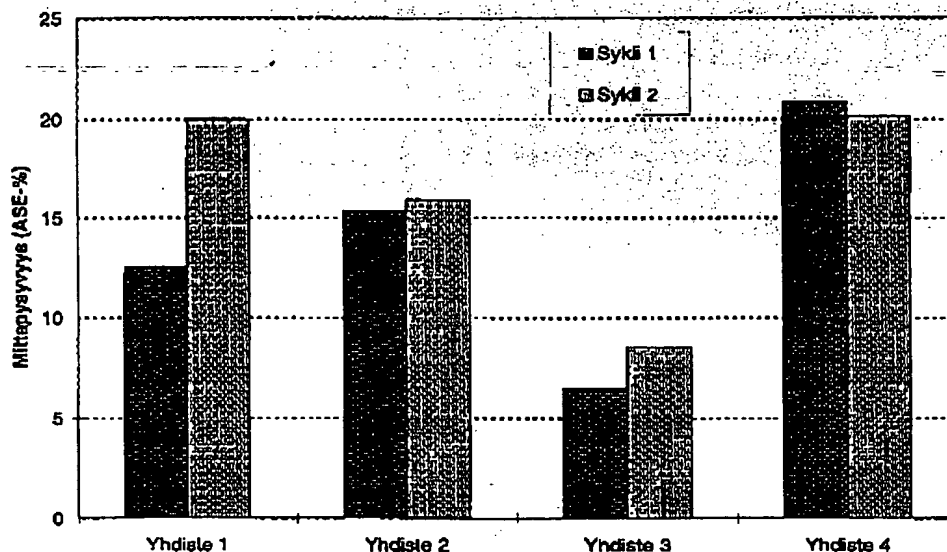
paraneminen kyllästyskäsittelyjen vaikutuksesta on osoitus kyllästykseen käytetyn yhdisteen tunkeutumisesta ja tietyssä määrin myös kiinnittymisestä puun soluscinään.

- 5 Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden vaikutusta männyn pintapuun kosteuselämiseen tutkittiin ns. vesiupotus/kuivaus-kokeilla. Mäntykappaleet (21 x 21 x 5 mm) tyhjäkyllästettiin 20-prosenttisilla käsittelyliuoksella (siloksaani 1 ja 2, happoanhydridijohdannainen ja fluoroalkyylipolymeeri). Kyllästystä seuranneen kuivauksen jälkeen näytteiden dimensiot mitattiin. Tämän jälkeen puunäytteet tyhjäkyllästettiin vedellä ja näytteiden dimensiot mitattiin märkänä ja vielä uunikuivauksen jälkeen. Vesikyllästys ja kuivaus toistettiin mittauksineen.

Mittapysyvyyttä ilmaisemaan käytetään ns. ASE-arvoja, jotka saadaan seuraavista laskukaavoista:

- 15 $ASE(\%) = 100 \times (S_c - S_i) / S_c$, missä S_c on vertailunäytteen tilavuusturpoamakerroin ja S_i on käsiteltyjen näytteiden tilavuusturpoamakerroin. $S(\%) = 100 \times (V_w - V_d) / V_d$, missä V_w on vedellä kyllästetyn puun tilavuus ja V_d on uunikuivan puun tilavuus.

- 20 Positiiviset ASE-arvot ovat osoitus siitä, että käsitellyissä näytteissä tapahtuu vähemmän kosteuselämistä kuin vertailunäytteissä.



- 25 Kuva 3. Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden vaikutus puun mittapysyvyyteen.
Yhdiste 1 = siloksaanijohdannainen
Yhdiste 2 = siloksaanijohdannainen
Yhdiste 3 = hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävä happoanhydridijohdannainen
Yhdiste 4 = fluoroalkyylipolymeerijohdannainen.

Esimerkki 4.

Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden tehokkuus rusko ja valkolahottajien aiheuttamaa lahoamista vastaan nopeutetussa EN 113 standardin mukaisissa testiolosuhteissa.

5

Keksinnön mukaisiin käsittelyihin valittiin neljä erityyppistä vedenhylkivyyttä parantavaa malliyhdistettä. Yhdisteet ovat siloksaanijohdannaisia (2 kpl), hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävä happoanhydridijohdannainen ja fluoroalkyylipolymeerijohdannainen.

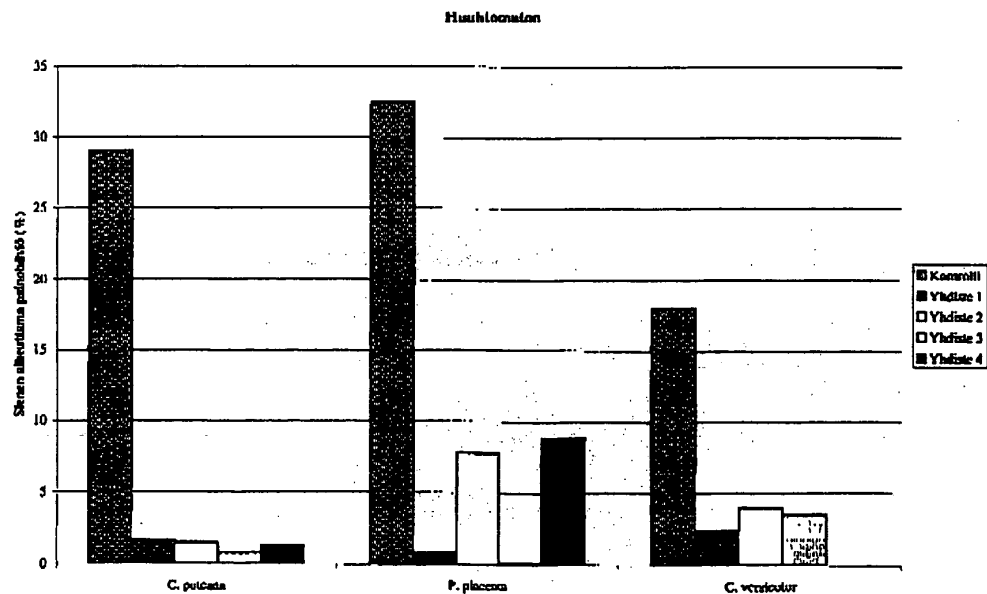
10

Tutkittavista vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden kantaliuoksesta valmistettiin 20 % (paino-%) kyllästysliuokset. Männyn pintapuukappaleet (15 x 15 x 5 mm) tyhjiökyllästettiin kyllästysliuoksilla. Kyllästyksen jälkeen osa kappaleista altistettiin 4 vrk:n mittaiselle huuhtontakokeelle. Koekappaleille suoritettiin nopeutettu lahotuskoe modifioidusti EN 113 standardin mukaan. Testisieniksi valittiin kaksi ruskolahottajaisientä *Coniophora puteana* ja *Poria placenta* ja yksi valkolahottaja *Coriolus versicolor*. Lahotuskoe kesti ruskolahottajien osalta 5 viikkoa ja valkolahottajan kohdalla 7 viikkoa.

15

20

25



Kuva 4:

Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden lahoestotehokkuus modifioidussa EN 113 testissä. Koekappaleita ei huuhdottu kyllästyksen jälkeen.

30

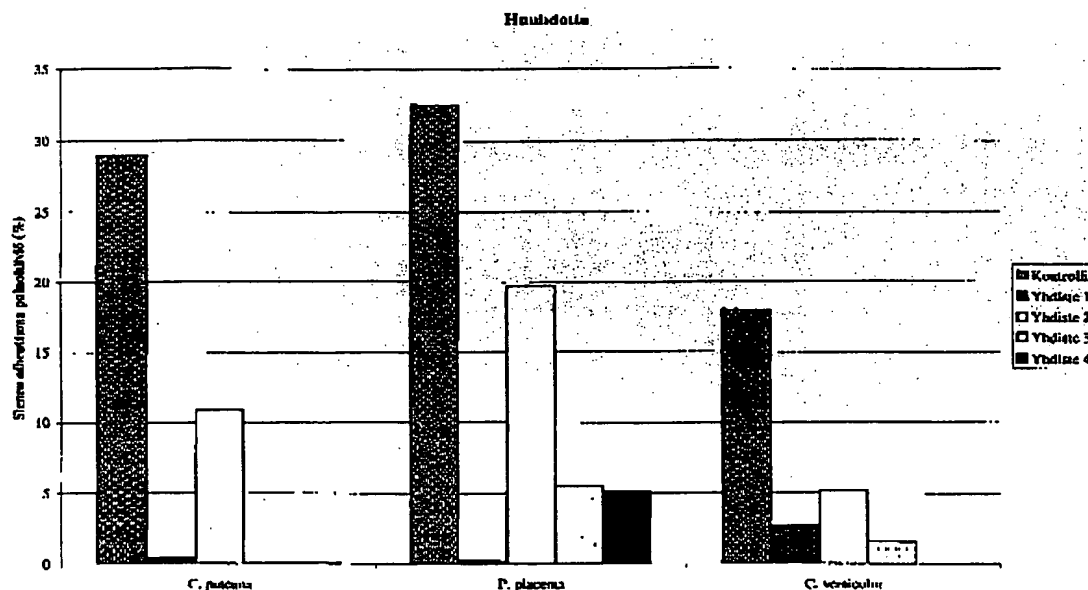
Yhdiste 1 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 2 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 3 = hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävä happoanhydridijohdannainen

Yhdiste 4 = fluoroalkyyliipolymeerijohdannainen

5



Kuva 5.

Vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden lahestotehokkuus modifioidussa EN 113 testissä. Koeappaleita huuhdottiin kyllästykseen jälkeen 4 vuorokauden ajan.

Yhdiste 1 = siloksaanijohdannainen

10 Yhdiste 2 = siloksaanijohdannainen

Yhdiste 3 = hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävä happoanhydridijohdannainen

Yhdiste 4 = fluoroalkyyliipolymeerijohdannainen

15 **Esimerkki 5.**

Ulkovanhennuksen ja säärasituksen vaikutus vedenhylkivyyttä parantavien yhdisteiden biologiseen tehokkuuteen.

20 Männyn pintapuuta olevat koeappaleet (100 x 50 x 5 mm) tyhjiökyllästettiin 20 %:n vahvuisella siloksaanijohdannaisella (yhdiste 1). Kontrollikyllästeiksi valittiin kaksi konventionaalista ja kaupallisessa käytössä olevaa kyllästettä. Kokeen kontrolleina toimivat käsittelemättömät männyn pintapuukappaleet.

25 Koeappaleiden ulkovanhennus suoritettiin asettamalla kappaleet koetelineeseen 45° kulmaan, etelänsuuntaisesti. Kappaleita vanhennettiin 3 kuukauden ajan ja vanhennuksen aikana kappaleiden kuntoa arvioitiin (kasvusto ja kosteus). Ulkovanhennuksen jälkeen koeappaleet kuivattiin ja sahattiin pieniksi kappaleiksi (15 x 15 x 5 mm) lahotuskokeita varten. Lahotuskoe suoritettiin nopeutetun EN 113 menetelmän mukaisesti (lahotusaika 5 viikkoa). Testisieneksi valittiin ruskolahottajasiini,

Coniophora puteana. Tuloksia verrattiin vanhentamattomilla kappaleilla saatuihin tuloksiin.

Taulukko 1.

- 5 Männyn pintapuukappaleiden homehtuminen/sinistuminen ulkovanhennuksen aikana. Taulukossa on esitetty koe- ja kontrollikappaleissa olevan sienikasvuston määrän ulkovanhennuksen lopulla (3 kuukauden kuluttua kokeen alkamisesta).

Käsittely	Sienikasvusto (0-5)
Kontrolli	5
Kylläste 1	0
Kylläste 2	1
Yhdiste 1	0

- 10 Taulukko 2

Ulkovanhennuksen vaikutus kyllästyskäsittelyiden biologiseen tehokkuuteen EN 113 lahotuskokeessa. Vanhentamattomat tulokset on kerätty jo aikaisemmin tämän projektin aikana suoritetuista lahotuskokeista.

Käsittely	Painohäviö-%	
	vanhennettu	vanhentamaton
Käsittelmätön kontrolli	23.7	20.7
Kylläste 1	16.7	0
Kylläste 2	6.2	0.8
Yhdiste 1	1.1	1.7

- 15

Taulukko 3

Vanhennettujen koekappaleiden kosteudet EN 113-testin jälkeen.

Käsittely	Kosteus (%) EN 113-testin jälkeen
Kontrolli	62.5 (69.1)
Kylläste 1	54.0
Kylläste 2	45.9
Yhdiste 1	31.5

- 20

- 25

Esimerkki 6.

Vedenhyлкivityttä parantavien tuotteiden tehokkuus maakosketusta simuloivassa multalaatikossa.

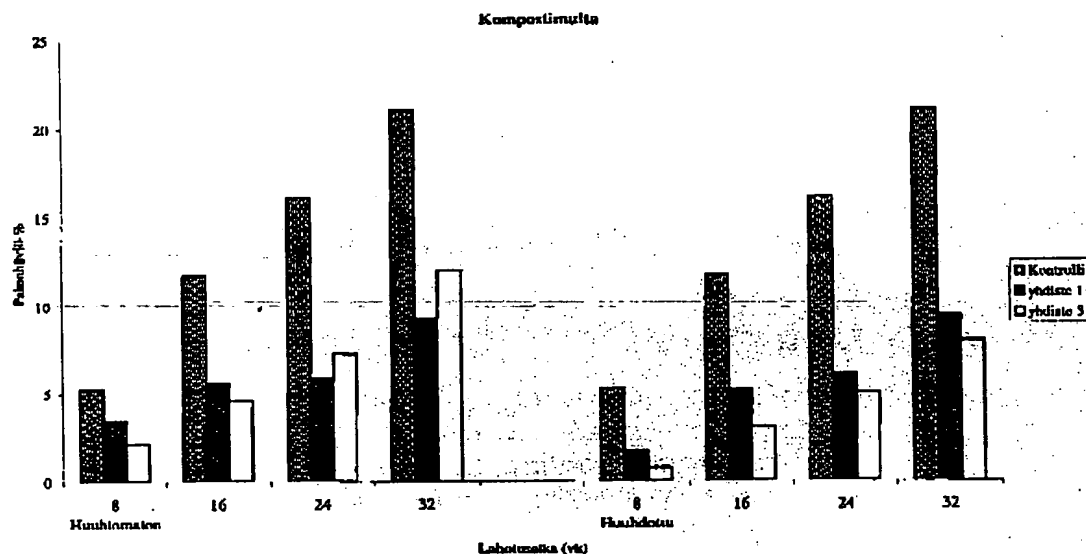
- 30

Maakosketusta simuloivaan multalaatikkokokeeseen (EN 807) valmistettiin kompostimultaseos. Multaseoksen vedensitomiskyky ja kosteus säädettiin EN 807

standardin mukaisiksi (60 % ja 55 %).

Kokeeseen sisällytettiin kaksi vedenhylkivyyttä parantavaa yhdistettä, joista toinen on siloksaanijohdannainen (yhdiste 1) ja toinen hydrofobisen hiilivetyketjun sisältävä happeanhydridijohdannainen (yhdiste 3).

Männyn pintapuukappaleet (100 x 10 x 5 mm) tyhjiökyllästettiin 20 % yhdisteillä Osaa koekappaleista huuhdottiin kyllästykseen jälkeen normaaliin (standardin EN 807 mukaiseen) tapaan. Kokeen kontrollina ovat käsittelemättömät männyn pintapuukappaleet. Multalaatikkokoe suoritettiin ENV 807 standardin mukaisesti. Koekappaleissa tapahtunutta painohäviötä seurattiin 8 viikon välein 32 viikkoon saakka, jolloin koe lopetettiin. Lahotuskokeen jälkeen koekappaleista määritettiin taivutuslujuudet mukaellusti BS 373: 1957-menetelmän mukaan.



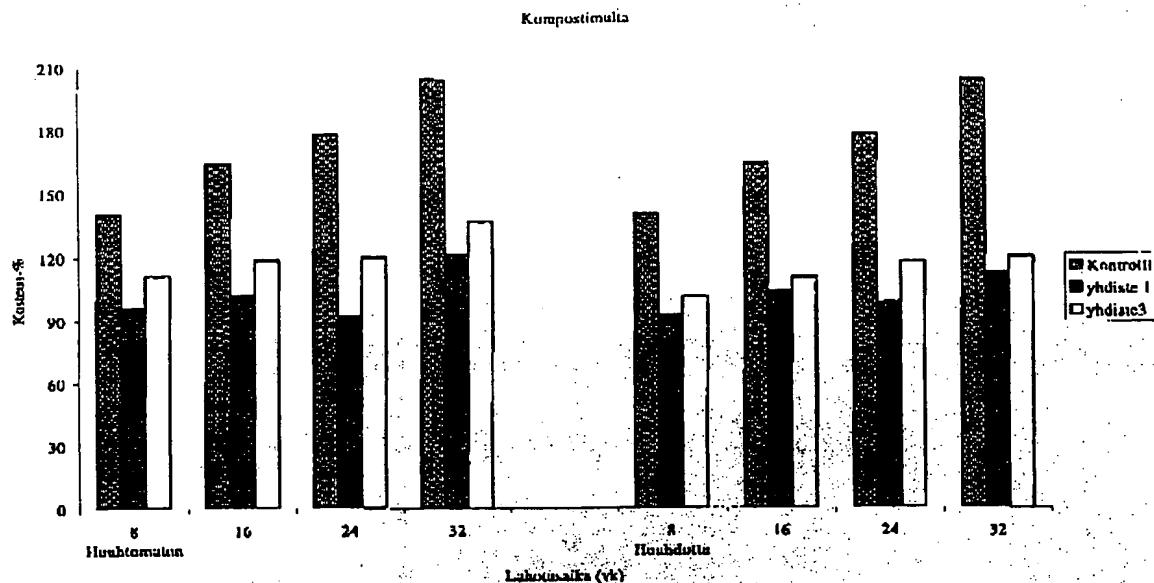
Kuva 6.

Vedenhylkivyyttä parantavilla tuotteilla käsitellyn männyn pintapuun biologinen kestävyys maakosketusta simuloivassa multalaatikkokokeessa. Kokeessa käytetty maa-aines sisälsi kompostimulta.

23

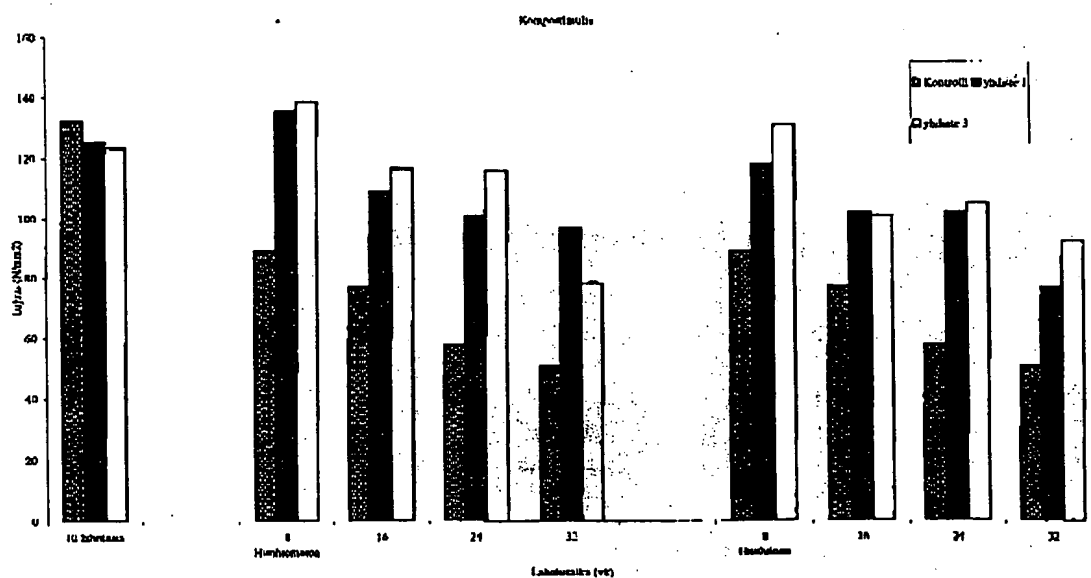
PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä lignoselluloosapohjaisen materiaalin kosteuden hallintaan tunnettu siitä, että vedenhylkivyyttä parantava yhdiste sitoutuu kovalenttisesti tai polymeroituu lignoselluloosapohjaisen materiaalin solun seinän reaktiivisten yhdisteiden kanssa, jolloin syntyy materiaalin pintarakenteisiin vedenhylkivä kalvo, joka estää vesimolekyylien tunkeutumisen lignoselluloosapohjaisen materiaalin makrorakenteeseen.
2. Vaatimuksen 1. mukainen menetelmä tunnettu siitä, että lignoselluloosapohjaisessa materiaalissa solunsenärakenteiden kosteustasapaino laskee tasolle $\leq 30\%$ vettä puun kuivapainosta, joka on riittämätön sienten kasvulle ja leviämislle.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2. mukainen menetelmä tunnettu siitä, että vedenhylkivyyttä parantava yhdiste on edullisesti siloksaanijohdannainen, hydrofobisen hiiliketjun sisältävä happoanhydridijohdannainen tai fluoroalkyyliipolymeeri.
4. Jonkin edellämainitun patenttivaatimuksen menetelmän mukaan valmistettu tuote, joka on tunnettu siitä, että lignoselluloosapohjaisessa materiaalissa on ympäröivän kosteuden siirtymisen puusoluseinään kokonaan tai osittain estävä vettä hylkivä kalvo.
5. Vaatimuksen 4. mukaan valmistettu tuote tunnettu siitä, että lignoselluloosapohjaisessa materiaalissa solunsenärakenteiden kosteustasapaino laskee tasolle $\leq 30\%$ vettä puun kuivapainosta, joka on riittämätön sienten kasvulle ja leviämislle.
5. Vaatimuksen 4. mukaisen tuotteen käyttö puunsuojaukseen lahonestoa vastaan.
6. Vaatimuksen 4. mukaisen tuotteen käyttö puunmittapysyvyyden parantamiseen.



Kuva 7.

5 Koe- ja kontrollikappaleiden tasapainokosteudet kompostimullassa.



Kuva 8

10 Kompostimullassa altistettujen koe-kappaleiden taivutuslujuudet. Kappaleiden lujuudet on määritetty ennen altistusta 8, 16, 24 ja 32 viikon altistuksen jälkeen.